

Тема 2.6 Згин

1. Основні поняття та визначення. Класифікація видів згину.
2. Внутрішні силові фактори при прямому згині.
3. Побудова епюр поперечних сил та згинаючих моментів.

http://www.tsatu.edu.ua/tm/wp-content/uploads/sites/14/3.mu_z-mmk-4-5_zhyn-ba lok.pdf

Згин - вид деформації, коли під дією зовнішніх сил в поперечному перерізі стержня (бруса) виникають згинальні моменти.

Брус, що працює на згин, називають **балкою**.

Якщо згинальний момент в перерізі є єдиним силовим фактором, а поперечні і нормальні сили відсутні, називається **чистим**. Якщо в поперечних перетинах стержня поряд з згинаючими моментами діють і поперечні сили, згин називається **поперечним**.

Іноді в поперечному стержні виникає кілька силових факторів. Це складний опір. Розрахунки стержнів ґрунтуються на принципі незалежності дії сил.

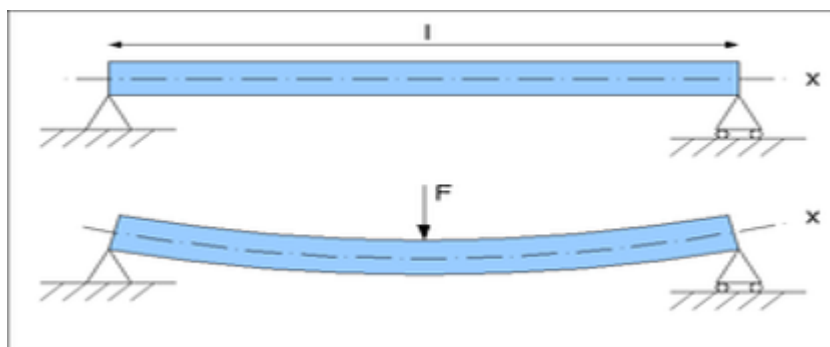
Умовна назва кривої лінії, що її форми набуває вісь балки (бруса) при згині у межах пружної деформації носить назву **пружна лінія**.

Стосовно до бруса розрізняють згин *плоский, або простий, та складний*. При **плоскому (простому) згині** зовнішні сили діють в одній з головних площин бруса (вони проходять через вісь бруса і головні осі інерції поперечного перерізу), при **складному згині** — в різних площинах. Різновидом складного є косий згин, коли навантаження діють у площині, що не збігається з будь-якою з головних площин.

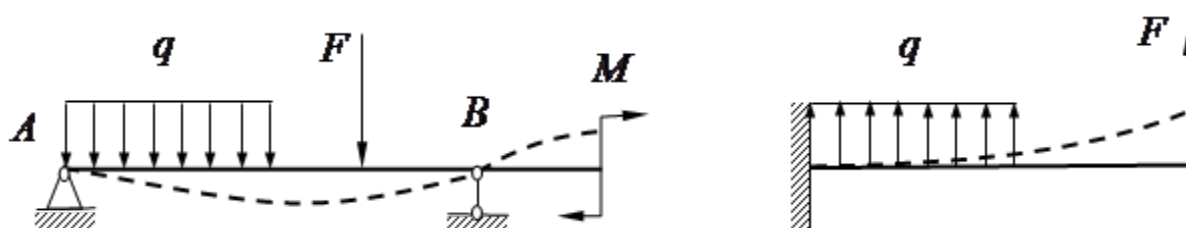
Залежно від сил, що діють у поперечному перерізі бруса, згин буває *чистим* (при наявності лише згинальних моментів), *поперечним* (діють поперечні сили), *поздовжнім* (випинання під впливом стискувальних сил, спрямованих вздовж осі) і *поперечно-поздовжнім*.



Згин двотавра



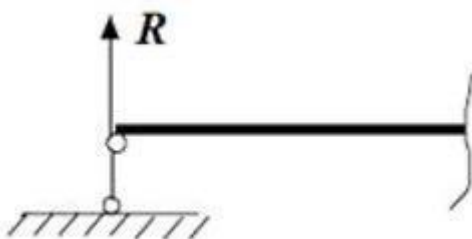
Схематичне зображення деформації згину навантаженої балки



Усі існуючі опори балок можна звести до наступних типів:

1. Шарнірно - рухома опора.

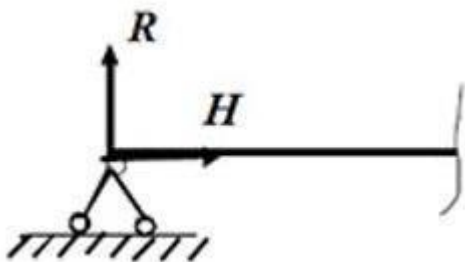
Характерна тим, що в ній виникає реакція, нормальна до опори.



Шарнірно-рухома опора

2. Шарнірно-нерухома опора.

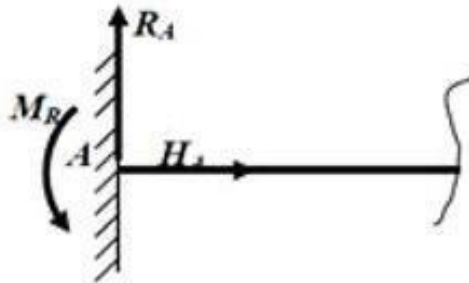
Характерна тим, що на ній виникає реакція, яка може бути розкладена на дві складові: одна – нормальна до опори, а друга – вздовж балки.



Шарнірно-нерухома опора

3. Жорстке защемлення.

Характерне тим, що на ній, крім двох складових реакцій, може виникати ще й реактивний момент M_R .



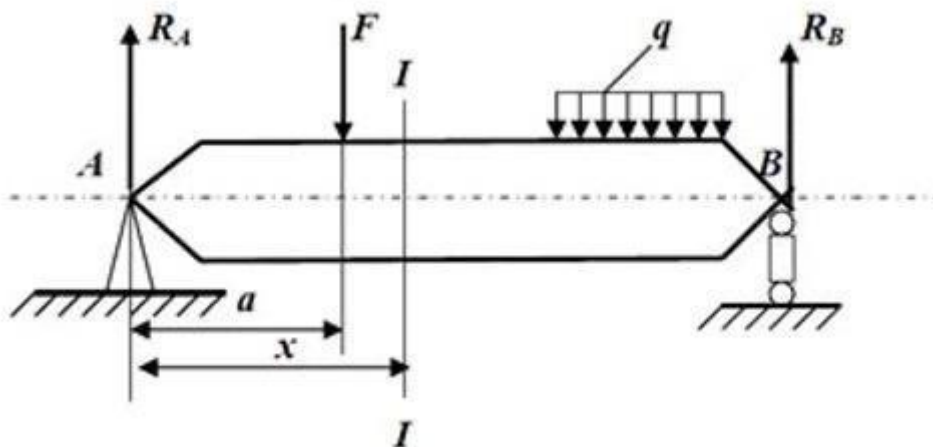
Жорстке защемлення

2 .Внутрішні силові фактори при згині.

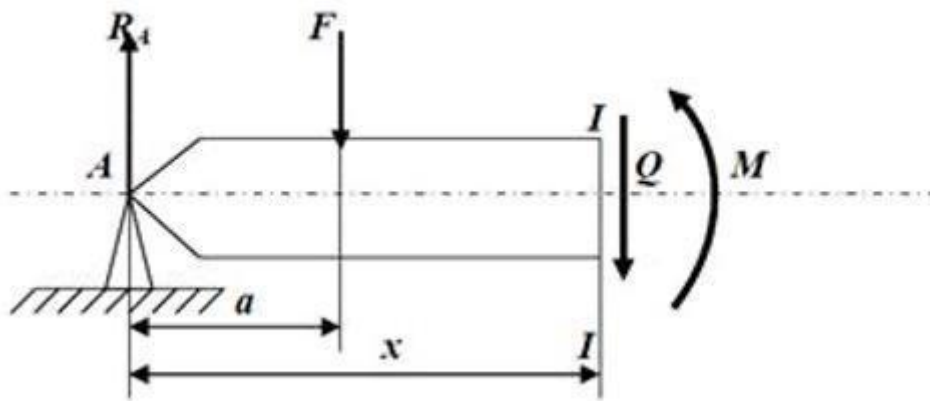
Розглядаючи згин, введемо на додаток до основних гіпотез опору матеріалів ще деякі гіпотези, характерні для згину:

- будемо розглядати перерізи, що мають хоча б одну вісь симетрії, причому навантаження будемо проводити саме в площині симетрії;
- перерізи, нормальні до осі балки, залишаються плоскими в процесі деформації (гіпотеза плоских перерізів);
- сусідні волокна балки (уявимо її волокнистою структурою) не тиснуть одне на одне.

Розглянемо довільно навантажену в напрямі, нормальному до осі, балку . Користуючись методом перерізів, розріжемо цю балку в довільному перерізі – „I-I” на відстані x від лівої опори та відкинемо праву, наприклад, частину .



Довільно навантажена балка



Внутрішні силові фактори при згині

Частина, що залишається, повинна знаходитися в рівновазі. Тоді сума сил і моментів, що діють відносно перерізу „I-I”, повинні дорівнювати 0. Це можливо тільки у випадку, коли замість дії відрізаної частини у перерізі прикласти зосереджену силу Q та момент M , які будуть дорівнювати алгебраїчній сумі всіх сил і моментів відповідно, взятих зліва від перерізу. Тобто, з точки зору рівноваги можна записати

$$\begin{cases} \sum Y = R_A - P_1 - Q = 0 \\ \sum M = R_A x - P(x - a) - M = 0 \end{cases}$$

звідки

$$\begin{cases} Q = R_A - P_1 \\ M = R_A x - P_1(x - a) \end{cases}$$

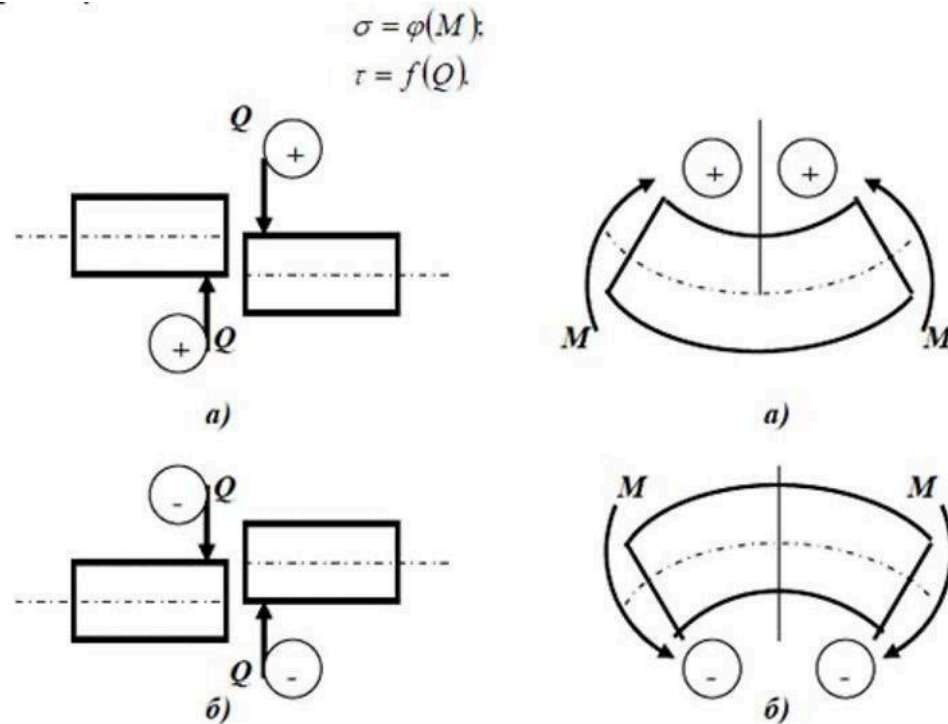
У даному випадку розглядаємо вже 2 внутрішніх силових фактори – *перерізаючу силу Q* (яку ще називають «*поперечною силою*») та *згинаючий момент M* .

Згідно з методом перерізів, перерізаючу силу Q та згинаючий момент M підраховують як алгебраїчні суми відповідних величин, взятих із одного боку від перерізу.

Встановимо правила вибору знаків. Якщо підрахунок сил проводиться зліва, то сила направлена догори – додатна. Якщо справа – навпаки, достатньою буде сила, направлена вниз. Для моментів правило знаків вибирають так: якщо момент вигинає балку опуклістю вниз – він додатний, якщо навпаки – від’ємний.

У поперечному перерізі балки за *чистого згину* виникають тільки **нормальні напруги** розтягу і стиску.

За рахунок наявності в перерізі, нормальному до осі балки, зразу двох силових факторів Q та M , у ньому в загальному випадку виникають як **нормальні, так і дотичні напруження**.



Поперечна сила в перерізі балки чисельно дорівнює алгебраїчній сумі всіх зовнішніх сил, які діють справа або зліва від перерізу.

Правило знаків. Зовнішні сили, які намагаються повернути відрізану частину балки, відносно перерізу, за ходом часової стрілки визивають додатну поперечну силу, і навпаки проти ходу часової стрілки від'ємну (рис. 2).

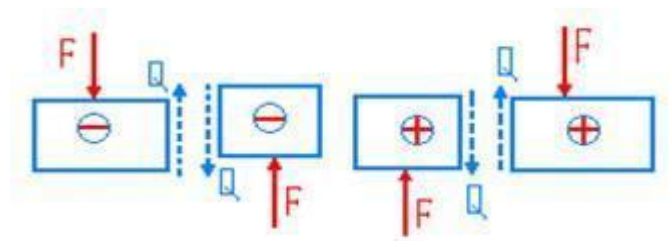


Рис. 2

Згинальний момент у перерізі балки чисельно дорівнює алгебраїчній сумі моментів відносно центра ваги перерізу всіх зовнішніх сил, які діють справа або зліва від перерізу.

Правило знаків. Якщо зовнішнє навантаження намагається зігнути балку опуклістю донизу, то згинальний момент у перерізі вважають додатним, і навпаки (рис. 3).



Рис. 3

Очевидно, чим більшими у перерізі будуть Q та M , тим більшими будуть і відповідні напруження (за умов, що балка має один і той же переріз по всій довжині). Тому визначення небезпечного перерізу (тобто перерізу, в якому виникають найбільші напруження) пов'язано з визначенням функцій розподілу перерізуючої сили Q та згинаючого моменту M . Це можна робити як аналітичним шляхом, так і шляхом побудови епюр розподілу цих величин. На практиці застосовують обидва шляхи. Користуючись аналітичними залежностями, проводять розрахунки, а епюри використовують для якісного оцінювання факторів згину (характер розподілу величин, орієнтація розтягнутих волокон тощо).

3. При побудові епюр поперечних сил і згинаючих моментів рекомендується дотримуватись такої послідовності:

- 1) Визначити реакції опор (для консолі їх можна не знаходити).
- 2) Розбити брус на ділянки, границями яких є перетини в яких прикладені зосереджені сили і пари або розпочинається чи закінчується розподільне навантаження. Такі перетини називаються характерними.
- 3) Користуючись методом перетинів, будуюмо епюру поперечних сил. Якщо поперечна сила, змінюючись непереривно, проходить через нульове значення, то необхідно визначити абсцису перерізу, де Q стає нульовим.
- 4) Визначити в характерних перетинах значення згинаючих моментів і по знайденим ординатам побудувати епюру M_x .

Взаємозв'язок між видами епюр і навантаженням.

Для епюри поперечних сил.

- 1) На ділянках, де прикладено рівномірно розподілене навантаження, епюра - похила пряма, нахил прямої до осі балки залежить від інтенсивності навантаження.
- 2) На ділянках, вільних від рівномірно розподіленого навантаження, епюра - пряма паралельна осі балки.
- 3) В перетинах, де прикладено зосереджену силу, значення поперечної сили змінюється стрибкоподібно, причому стрибок дорівнює модулю цієї сили.
- 4) В перетинах де прикладено пару сил, значення поперечної сили не змінюється.

5) В кінцевих перетинах балки поперечна сила чисельно дорівнює зосередженим силам, які прикладені у цьому перерізі. Якщо в кінцевому перерізі не прикладені зосереджені сили, поперечна сила в них рівна нулю.

Для епюри згинаючих моментів.

- 1) На ділянках, де прикладене рівномірно розподілене навантаження, епюра моментів є параболою. Опуклість параболи направлена в сторону протилежну дії навантаження (на зустріч навантаженню).
- 2) На ділянках, вільних від рівномірно розподіленого навантаження, епюра моментів похила пряма. Під зосередженими силами на епюрі получаются згини, тобто для декількох ділянок епюра - ломана лінія.
- 3) В перерізі де прикладено пару сил, значення згинаючого моменту змінюється стрибкоподібно, причому стрибок дорівнює моменту пари.
- 4) На кінці балки згинаючий момент дорівнює нулю, якщо там не прикладено пару сил. Якщо в кінцевому перерізі прикладено зовнішню пару сил то згинаючий момент дорівнює моменту пари.
- 5) На ділянках де $Q = 0$, балка відчуває чистий згин і епюра згинаючих моментів – пряма паралельна осі балки.
- 6) Згинаючий момент має екстремальне значення (max або min) в перетинах де змінюється знак поперечної сили.

